

2020 年度主要競技会における男子 100m のレース分析

大沼 勇人¹⁾ 小林 海²⁾ 松林武生³⁾ 高橋恭平⁴⁾ 山中 亮⁵⁾ 綿谷貴志⁶⁾ 広川龍太郎⁷⁾
1) 関西福祉大学 2) 東京経済大学 3) 国立スポーツ科学センター 4) 鹿児島大学
5) 新潟食料農業大学 6) 八戸学院大学 7) 東海大学

1. はじめに

2020 年度シーズンは、COVID-19 の影響により競技会の開催も制限された 1 年であった。選手にとってもコンディション調整が難しかったと推測される中、ケンブリッジ飛鳥選手 (Nike) がアスリートナイトゲームズ福井で、3 年ぶりの自己記録更新となる 10.03 秒を記録した。10 月開催となった第 104 回日本陸上競技選手権大会では、桐生祥秀選手 (日本生命) がケンブリッジ飛鳥選手にわずか 0.01 秒差をつけ、10.27 秒で優勝を飾った。また、セイコーゴールデングランプリ陸上では、柳田大輝選手 (東京農大二高) が高校 2 年歴代 2 位となる 10.27 秒の好記録を残すとともに、日本選手権で決勝に進出するなどの活躍もあった。

(公財) 日本陸上競技連盟科学委員会はこれまでに国内外で行われた主要大会における 100 m レースについて、走速度やピッチ、ストライドに関するデータ測定を行ってきた。これらの結果は同強化委員会を通じてコーチや選手にもフィードバックされ、競技力向上の一助となる役割を果たしてきた。本報告では、2020 年度シーズンに科学委員会が測定を実施した対象競技会における 100m のレース分析結果について報告する。

2. 方法

2-1. 対象競技会

- ・セイコーゴールデングランプリ陸上 2020 (8 月 23 日, 東京) (以下, 「GGP」)
- ・アスリートナイトゲームズ福井 2020 (8 月 29 日, 福井) (以下, 「福井 2020」)
- ・富士北麓ワールドトライアル 2020 (9 月 6 日, 山梨) (以下, 「富士北麓競技会」)
- ・第 68 回全日本実業団対抗陸上競技選手権大会 (9

月 18 - 20 日, 埼玉) (以下, 「全日本実業団」)

- ・第 104 回日本陸上競技選手権大会 (10 月 1 - 3 日, 新潟) (以下, 「日本選手権」)

2-2. 対象選手

対象選手は、上記競技会に出場した国内選手 23 名 (計 77 レース) であった。

2-3. 撮影方法

100m 走の撮影には 6 台のハイスピードデジタルビデオカメラ (Lumix GH5S, Panasonic, JAPAN; LumixDMC-FZ300, Panasonic, JAPAN) を用い、スタンドから各校正地点 (110m ハードル 1 台目, 100m ハードル 1, 3, 5, 7, 9 台目のグラウンドマーク) の延長線上に測定者を配置し、各校正点が画角に収まるように撮影を行った。撮影のサンプリングレートは、239.76fps (≒ 240fps) に設定し、測定はスタート時のスターターの閃光を撮影した後、全選手がフィニッシュラインを通過するまで、カメラをパンニングし、レース映像を撮影した。閃光が明確でない映像は、近しい地点の映像における同一選手の接地瞬間で同期し、同期に際しては少なくとも 3 箇所のカメラを用いた。

2-4. 分析方法

映像分析には動画再生および編集ソフト (QuickTimePro7, Apple, USA) を用い、いずれのレースにおいてもスターターの閃光をゼロとして、各校正点をトルソーが通過したフレーム数とカメラのサンプリングレートの逆数との積から通過時間を求めた。その後、先行研究 (大沼ら 2019, 小林ら 2018, 小林ら 2017) をもとに、各地点の通過時間をスプライン補間によって内挿することで、レース全体の時間 - 距離情報を取得し、10 m 区間ごとの走速度、最高走速度とその発現時間、および走速度

表1 2020年度度分析対象者におけるレース分析結果

氏名	大会	風[m]	記録[s]	最高走速度 [m/s]	最高走速度 到達時間[s]	走速度 低下率[%]	ピッチ [step/s]	ストライド長 [m/step]
ケンブリッジ飛鳥 (Nike)	福井2020	1.0	10.03	11.63	6.78	4.04	4.84	2.40
桐生祥秀 (日本生命)	福井2020	1.0	10.06	11.48	6.64	3.58	4.93	2.33
多田修平 (住友電工)	福井2020	1.5	10.18	11.32	6.18	5.65	5.06	2.24
小池祐貴 (住友電工)	福井2020	1.0	10.19	11.44	6.74	3.63	5.11	2.24
東田旺洋 (茨城陸協)	福井2020	0.9	10.21	11.32	6.08	6.46	4.94	2.29
竹田一平 (スズキ)	GGP	0.7	10.25	11.22	6.57	3.62	5.05	2.22
飯塚翔太 (ミズノ)	富士北麓競技会	-0.9	10.25	11.29	6.63	4.62	4.94	2.29
水久保漱至 (城西大)	福井2020	1.5	10.26	11.23	6.73	3.89	4.76	2.36
柳田大輝 (東京農大二高)	GGP	0.7	10.27	11.28	6.40	4.59	4.57	2.47
草野蒼也 (ATC)	全日本実業団	1.2	10.3	11.19	6.12	6.34	4.89	2.29
白石黄良々 (セレスポ)	福井2020	1.5	10.31	11.15	6.59	4.03	4.81	2.32
山下潤 (ANA)	全日本実業団	1.2	10.37	11.14	6.23	5.25	4.58	2.43
宮本大輔 (東洋大)	日本選手権	-0.3	10.40	11.06	6.03	5.75	5.05	2.19
鈴木涼太 (城西大)	日本選手権	-0.2	10.41	11.01	6.26	4.96	5.01	2.20
井澤真 (立命館慶祥高)	GGP	-0.3	10.42	10.94	6.03	4.72	5.05	2.17
山縣亮太 (セイコー)	GGP	-0.3	10.42	11.03	5.87	7.64	4.80	2.30
デーデーブルーノ (東海大)	日本選手権	0.2	10.43	11.06	5.94	6.86	4.75	2.33
三輪颯太 (西武文理高)	日本選手権	0.1	10.45	11.02	6.57	3.81	4.75	2.32
河田航典 (中京大中京高)	GGP	0.7	10.49	10.89	6.29	4.72	5.07	2.15
井上瑞葵 (鳥取中央育英高)	GGP	0.7	10.55	10.81	6.12	5.16	4.92	2.20
藤原寛人 (東海大浦安高)	GGP	0.7	10.58	10.93	6.28	7.16	4.84	2.26
鷹祥永 (立命館慶祥高)	富士北麓競技会	0.6	10.61	10.78	6.53	5.00	5.26	2.05
後藤達樹 (崇徳高)	GGP	0.7	10.87	10.50	6.14	5.59	4.68	2.25

*ピッチ・ストライドは最高走速度時点における数値

低下率を算出した。また、通過フレーム数を求めた映像から、4 ステップごとの接地時のフレーム数を求め、4 ステップに要した時間の逆数により、4 ステップごとのピッチを算出した。上記で算出した走速度をピッチで除すことで、ストライド長を算出した。

本報告では、2017年から2020年度度シーズンにおける100m決勝レースを対象に、ピアソンの積率相関係数を用い、記録と最高走速度、最高走速度発現時間および走速度逓減率との関係について明らかにし、日本選手権決勝レースにおける各選手のレースパターンについて報告する。

3. 結果と考察

対象となった全23名の本年度の最高記録における最高走速度、最高走速度到達時間、走速度逓減率、最高走速度時におけるピッチおよびストライド長を表1に、10mごとの通過ラップタイムを表2に、10m区間ごとの走速度を表3に示した。

図1は、2017年から2020年度度シーズンにおける100m決勝レースを対象に記録と最高走速度、最高走速度到達時間および走速度低下率の関係を示したものである。記録と最高走速度との間には有意な負の相関係数が見られたものの、最高走速度到達時間および走速度逓減率との間には有意な相関係数は

見られなかった。本年度における最高走速度は、ケンブリッジ飛鳥選手の11.63m/s、桐生祥秀選手の11.48m/s、多田選手の11.44m/sの順に高かった。(表1) 昨年度の報告(大沼ほか2019)において、100m参加標準記録である10.05秒を突破するための基準として11.55 m/sを示した。COVID-19の影響により有効記録にはならなかったものの、10.03秒を記録したケンブリッジ選手のみ同基準を突破することができ、他選手は基準突破には至らなかった。2019年度シーズンで、サニブラウンハキーム選手、小池祐貴選手、桐生祥秀選手の3名が突破している状況であり、来年度はその他選手においても最高走速度のさらなる向上および五輪参加標準記録突破を期待したい。

一方、記録と最高走速度到達時間および走速度低下率との間には有意な相関係数は見られなかった。最高走速度到達時間および走速度低下率について、本年度における最高走速度時間は、山縣選手が最も短く、ケンブリッジ選手が最も長かった。また走速度低下率は、桐生選手が最も小さく、山縣選手が最も大きかった。(表1) 最高走速度到達時間は、走速度をどれだけ短時間で最大化できるか、すなわち加速能力、走速度低下率は最大化した走速度をどれだけ維持することができるか、すなわちスピード持続能力を示すものであると考えられる。図1より、記録と最高走速度到達時間および走速度低下率との間

表2 2020年度度分析対象者における10mごとのスプリットタイム

氏名	大会	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
ケンブリッジ飛鳥(Nike)	福井2020	1.87	2.94	3.89	4.79	5.67	6.53	7.39	8.26	9.13	10.03
桐生祥秀(日本生命)	福井2020	1.84	2.91	3.86	4.77	5.65	6.52	7.39	8.27	9.16	10.06
多田修平(住友電工)	福井2020	1.84	2.91	3.86	4.77	5.66	6.54	7.43	8.33	9.24	10.18
小池祐貴(住友電工)	福井2020	1.93	3.01	3.97	4.88	5.76	6.64	7.51	8.39	9.28	10.19
東田旺洋(茨城陸協)	福井2020	1.87	2.93	3.88	4.79	5.68	6.56	7.45	8.35	9.27	10.21
竹田一平(スズキ)	GGP	1.87	2.95	3.91	4.83	5.73	6.63	7.52	8.42	9.33	10.25
飯塚翔太(ミズノ)	富士北麓競技会	1.88	2.96	3.93	4.85	5.75	6.63	7.52	8.41	9.32	10.25
水久保漱至(城西大)	福井2020	1.86	2.94	3.92	4.85	5.75	6.64	7.53	8.42	9.33	10.26
柳田大輝(東京農大二高)	GGP	1.92	2.99	3.95	4.86	5.76	6.64	7.53	8.43	9.34	10.27
草野 誓也(ATC)	全日本実業団	1.87	2.93	3.90	4.81	5.71	6.61	7.51	8.42	9.35	10.30
白石黄良々(セレスポ)	福井2020	1.87	2.95	3.93	4.86	5.76	6.66	7.55	8.46	9.38	10.31
山下 潤(ANA)	全日本実業団	1.92	2.99	3.96	4.88	5.78	6.68	7.58	8.49	9.42	10.37
宮本大輔(東洋大)	日本選手権	1.90	2.97	3.94	4.86	5.77	6.67	7.58	8.50	9.44	10.40
鈴木涼太(城西大)	日本選手権	1.87	2.95	3.93	4.86	5.77	6.68	7.59	8.52	9.45	10.41
井澤真(立命館慶祥高)	GGP	1.87	2.94	3.91	4.84	5.76	6.67	7.59	8.52	9.46	10.42
山縣亮太(セイコー)	GGP	1.86	2.93	3.90	4.82	5.73	6.64	7.55	8.48	9.44	10.42
デーデーブルーノ(東海大)	日本選手権	1.91	2.98	3.94	4.87	5.77	6.68	7.59	8.51	9.46	10.43
三輪颯太(西武文理高)	日本選手権	1.93	3.02	4.00	4.93	5.85	6.75	7.66	8.58	9.51	10.45
河田航典(中京大中京高)	GGP	1.87	2.96	3.94	4.89	5.81	6.73	7.65	8.58	9.53	10.49
井上瑞葵(鳥取中央育英高)	GGP	1.88	2.96	3.95	4.89	5.82	6.74	7.67	8.62	9.57	10.55
藤原寛人(東海大浦安高)	GGP	1.92	3.02	4.01	4.95	5.87	6.78	7.70	8.64	9.59	10.58
鷹祥永(立命館慶祥高)	富士北麓競技会	1.88	2.99	3.99	4.95	5.88	6.81	7.74	8.68	9.63	10.61
後藤達樹(崇徳高)	GGP	1.95	3.06	4.07	5.04	5.99	6.94	7.90	8.87	9.86	10.87

[単位:s]

表3 2020年度度分析対象者における10mごとの走速度

氏名	大会	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
ケンブリッジ飛鳥(Nike)	福井2020	5.36	9.34	10.47	11.08	11.43	11.60	11.63	11.56	11.40	11.16
桐生祥秀(日本生命)	福井2020	5.42	9.41	10.48	11.04	11.33	11.47	11.48	11.41	11.27	11.07
多田修平(住友電工)	福井2020	5.42	9.43	10.47	10.99	11.24	11.32	11.28	11.14	10.93	10.68
小池祐貴(住友電工)	福井2020	5.17	9.31	10.41	10.99	11.29	11.43	11.44	11.36	11.22	11.03
東田旺洋(茨城陸協)	福井2020	5.35	9.45	10.50	11.02	11.26	11.32	11.26	11.11	10.88	10.59
竹田一平(スズキ)	GGP	5.34	9.33	10.34	10.85	11.11	11.22	11.21	11.13	10.99	10.81
飯塚翔太(ミズノ)	富士北麓競技会	5.32	9.23	10.30	10.86	11.16	11.29	11.29	11.20	11.02	10.77
水久保漱至(城西大)	福井2020	5.39	9.21	10.25	10.80	11.09	11.22	11.23	11.16	11.00	10.80
柳田大輝(東京農大二高)	GGP	5.20	9.37	10.42	10.94	11.19	11.28	11.25	11.15	10.97	10.76
草野 誓也(ATC)	全日本実業団	5.36	9.37	10.39	10.89	11.12	11.19	11.13	10.98	10.76	10.48
白石黄良々(セレスポ)	福井2020	5.35	9.24	10.25	10.78	11.05	11.15	11.15	11.06	10.90	10.71
山下 潤(ANA)	全日本実業団	5.21	9.32	10.35	10.85	11.07	11.14	11.09	10.96	10.77	10.55
宮本大輔(東洋大)	日本選手権	5.25	9.37	10.36	10.82	11.02	11.06	10.99	10.85	10.65	10.43
鈴木涼太(城西大)	日本選手権	5.33	9.28	10.25	10.72	10.94	11.01	10.96	10.85	10.67	10.46
井澤真(立命館慶祥高)	GGP	5.35	9.36	10.30	10.73	10.91	10.94	10.89	10.77	10.61	10.43
山縣亮太(セイコー)	GGP	5.37	9.36	10.34	10.81	11.00	11.03	10.93	10.75	10.49	10.18
デーデーブルーノ(東海大)	日本選手権	5.24	9.36	10.37	10.84	11.03	11.06	10.97	10.80	10.57	10.30
三輪颯太(西武文理高)	日本選手権	5.18	9.20	10.20	10.70	10.94	11.02	11.01	10.92	10.78	10.60
河田航典(中京大中京高)	GGP	5.33	9.22	10.17	10.62	10.83	10.89	10.85	10.74	10.57	10.38
井上瑞葵(鳥取中央育英高)	GGP	5.33	9.24	10.15	10.58	10.77	10.81	10.75	10.62	10.44	10.25
藤原寛人(東海大浦安高)	GGP	5.20	9.12	10.13	10.63	10.87	10.93	10.87	10.71	10.46	10.15
鷹祥永(立命館慶祥高)	富士北麓競技会	5.32	9.02	9.98	10.46	10.70	10.78	10.75	10.64	10.46	10.24
後藤達樹(崇徳高)	GGP	5.13	9.02	9.91	10.32	10.48	10.50	10.43	10.29	10.11	9.91

[単位:m/s]

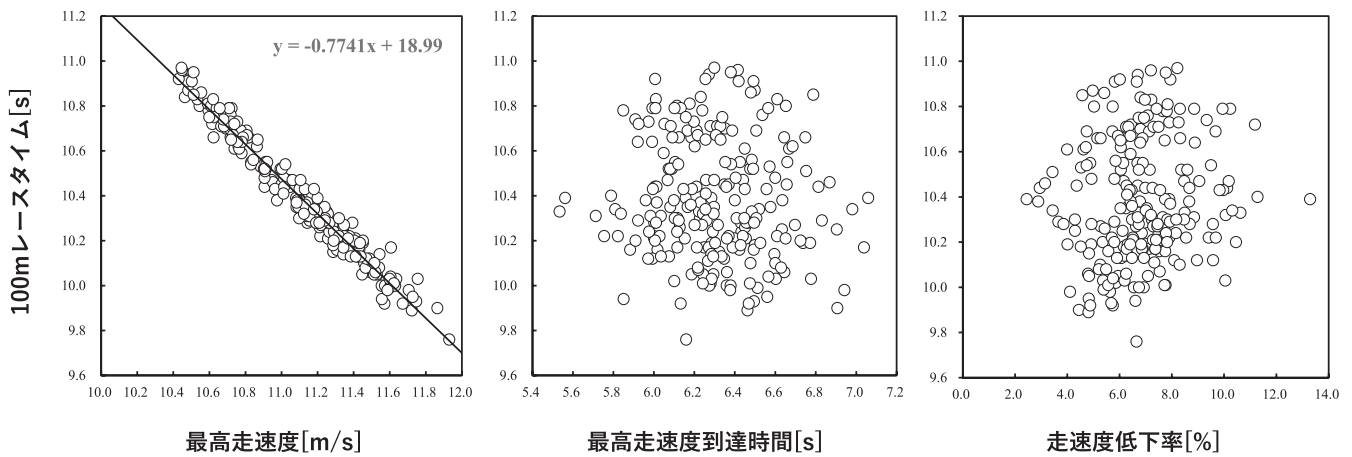


図1 2017年度から2020年度度決勝レース分析対象者における100m記録と最高走速度，最高走速度到達時間および走速度低下率との関係

に有意な相関関係が見られなかった要因として，選手個々の特性またはレースパターンが影響した可能性がある．そこで，最高走速度到達時間と走速度低下率の関係について検討したところ，両者には有意な負の相関関係すなわちトレードオフの関係があった(図2)．この結果は，最高走速度到達時間が短い走者ほど走速度低下率が大きく，いわゆる前半型のレースパターンとなり，最高走速度到達時間が長い走者ほど走速度低下率が小さく，いわゆる後半型のレースパターンとなることを示すものであり，これらの指標は選手個々の特性や課題にあわせた100m走におけるレースパターンを検討する指標になりえる可能性がある．

日本選手権決勝は1位から3位まで0.03秒差，1位から6位まで0.14秒差と近年では接戦となったレースであった．決勝レースにおいても，多田選手が60mまで6.58秒で先行し，桐生選手が70mを7.49秒で走り抜け，この時点で多田選手に追いつき，ケンブリッジ選手・小池選手・飯塚選手が桐生選手よりも高い走速度で維持するものの，桐生選手が逃げ切ったといったレース展開であった．(表4・5) 図3は，最高走速度到達時間と走速度低下率の関係(図2)に，日本選手権決勝進出者8名を位置したものである．多田選手・柳田選手は前半型，桐生選手・竹田選手が中間型，ケンブリッジ選手・小池選手・飯塚選手・鈴木選手が後半型であることが概観される．いずれのレースパターンが優れているといったわけではなく，個々において長所を最大化するとともに，短所を最小化するようなレース戦略が求められると考えられる．今年度得られた結果をもとに，レースパターンの分類について検討していく余地があるものと考えられる．

図4は，3年ぶりの自己記録を更新したケンブ

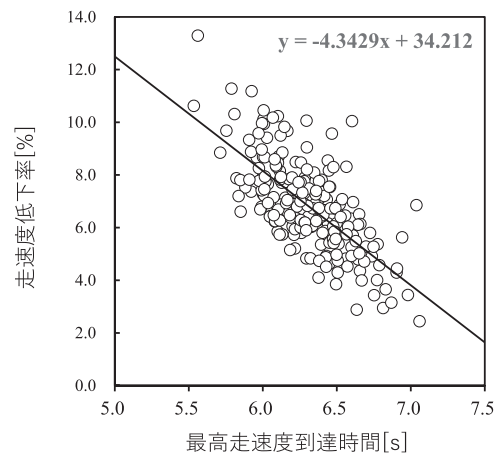


図2 2017年度から2020年度度決勝レース分析対象者における最高走速度到達時間と走速度低下率との関係

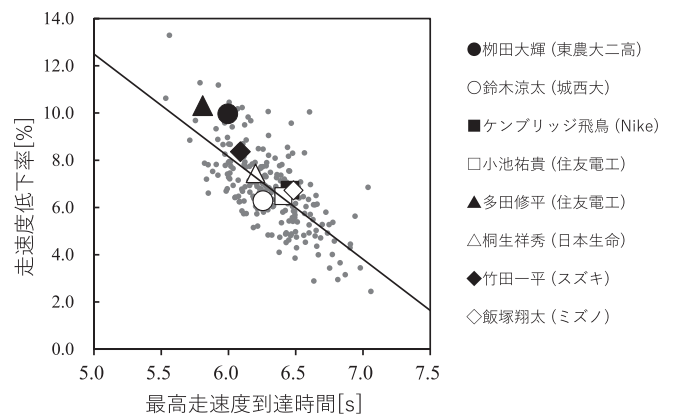


図3 日本選手権決勝進出者の最高走速度到達時間と走速度低下率との関係

リッジ選手の福井2020で記録した10.03秒のレース，2020年度日本選手権決勝の10.28秒のレース，従来の自己記録であった2017年日本選手権予選の10.09秒のレースの走速度，ピッチ，ストライド長

表4 日本選手権決勝における10mごとのスプリットタイム

氏名	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
桐生祥秀 (日本生命)	1.86	2.92	3.89	4.81	5.70	6.60	7.49	8.40	9.32	10.27
ケンブリッジ飛鳥 (Nike)	1.89	2.97	3.93	4.85	5.75	6.64	7.53	8.43	9.34	10.28
小池祐貴 (住友電工)	1.90	2.98	3.94	4.86	5.76	6.65	7.54	8.44	9.36	10.30
飯塚翔太 (ミズノ)	1.89	2.97	3.94	4.87	5.77	6.67	7.56	8.47	9.39	10.33
多田修平 (住友電工)	1.85	2.91	3.87	4.78	5.68	6.58	7.49	8.41	9.36	10.34
鈴木涼太 (城西大)	1.87	2.95	3.93	4.86	5.77	6.68	7.59	8.52	9.45	10.41
柳田大輝 (東農大二高)	1.90	2.97	3.94	4.86	5.76	6.67	7.58	8.50	9.45	10.43
竹田一平 (スズキ)	1.88	2.96	3.94	4.88	5.80	6.72	7.64	8.58	9.54	10.52

[単位:s]

表5 日本選手権決勝における10mごとの走速度

氏名	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
桐生祥秀 (日本生命)	5.39	9.36	10.38	10.89	11.14	11.21	11.17	11.03	10.82	10.55
ケンブリッジ飛鳥 (Nike)	5.29	9.29	10.34	10.88	11.15	11.26	11.24	11.12	10.92	10.67
小池祐貴 (住友電工)	5.25	9.31	10.35	10.88	11.14	11.23	11.21	11.09	10.90	10.65
飯塚翔太 (ミズノ)	5.30	9.23	10.27	10.81	11.08	11.19	11.17	11.05	10.86	10.60
多田修平 (住友電工)	5.41	9.44	10.44	10.91	11.11	11.13	11.03	10.83	10.55	10.21
鈴木涼太 (城西大)	5.33	9.28	10.25	10.72	10.94	11.01	10.96	10.85	10.67	10.46
柳田大輝 (東農大二高)	5.27	9.32	10.34	10.83	11.05	11.09	11.00	10.81	10.54	10.19
竹田一平 (スズキ)	5.33	9.23	10.19	10.65	10.86	10.90	10.83	10.67	10.44	10.16

[単位:m/s]

を示したものである。福井2020で記録した10.03秒のレースと2017年日本選手権予選の10.09秒のレースを比較すると、60m以降における走速度の違いが顕著であることがわかる。走速度の決定要因となるピッチ・ストライド長についてみると、10.03秒のレースが10.09秒のレースよりも、決定的な違いではないものの、レース後半においてストライドが長い傾向が伺える。レース後半におけるピッチには影響させずに、長いストライドを獲得できたことが後半の走速度の維持に影響したものと考えられる。また、福井2020で記録した10.03秒のレースと2020年度日本選手権決勝の10.28秒のレースを比較すると、レース序盤からの走速度の違いが顕著であることがわかる。また、ピッチ・ストライド長についてみると、10.28秒のレースが10.03秒のレースよりも、レース全体にわたってピッチが低く、レース後半ではストライド長が短いことがわかる。日本選手権決勝レースでは、本来のピッチを高めることができなかったこと、そして自己記録に至った後半

でストライド高めることができなかったことが影響していた。これらの結果は、自己記録更新に至った要因とシーズン内での記録変動に影響した要因は異なることを示すものである。それらの要因は選手個々によって異なり、レースにおける課題を明確にしていくことが必要であると考えられる。

まとめ

- 100m記録と最高疾走速度との間には有意な負の相関関係が認められた。本年度における最高走速度は、今年度国内ランキングトップである10.03秒を記録したケンブリッジ飛鳥選手が11.63m/sと最も高く、次いで桐生祥秀選手の11.48m/s、多田選手の11.44m/sの順に高かった。
- 記録と最高走速度到達時間および走速度逡減率との間には有意な相関関係は認められなかった。最高走速度到達時間は、山縣選手が5.87秒と最も短く、ケンブリッジ選手が6.78秒と最も長かつ

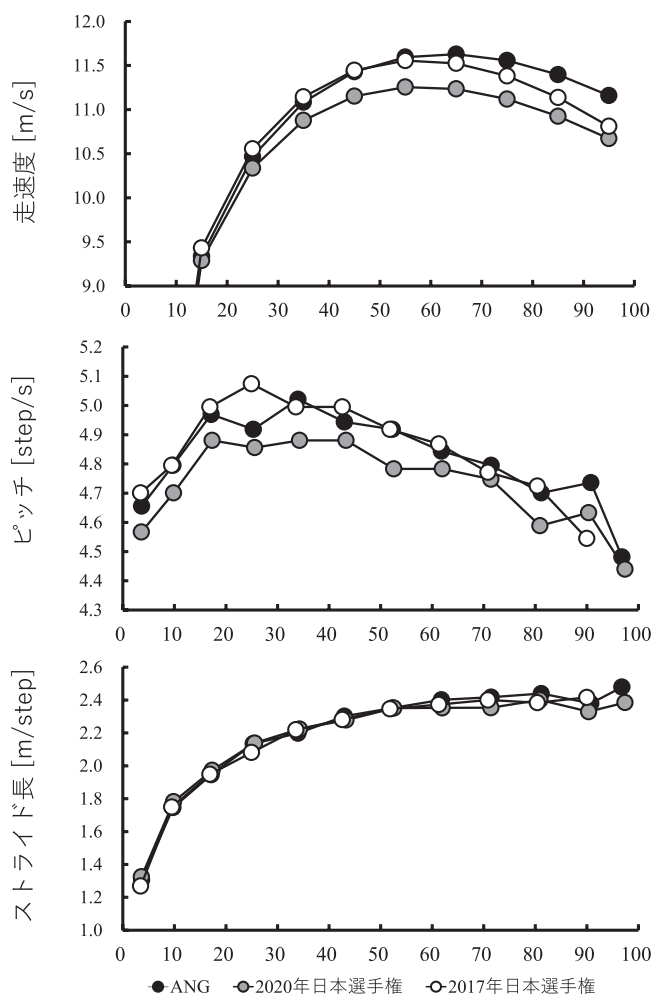


図4 ケンブリッジ飛鳥の2020年度度自己記録レースと日本選手権決勝レースおよび2017年シーズン記録レースにおける走速度、ピッチ、ストライド長

- た。一方、走速度低下率は、桐生選手が-3.58%と最も小さく、山縣選手が7.64%と最も大きかった。
- 最高走速度到達時間と走速度低下率との間には有意な正の相関関係が認められた。この関係性をもとに、日本選手権決勝における個々の特性を振り返るとともに、この関係性が各選手のレースパターンの特徴を反映する可能性があると考えられた。
 - ケンブリッジ飛鳥選手 (Nike) は、従来の自己記録であった10.09秒のレースよりも、60m以降に高いスピードを維持することで、3年ぶりの自己記録更新となる10.03秒を記録した。その要因として、レース後半においてピッチには影響させずに、長いストライドを獲得できたことが影響したと考えられた。

文献

- 大沼勇人, 小林海, 松林武生, 高橋恭平, 山中亮, 渡辺圭祐, 綿谷貴志, 広川龍太郎 (2019) 2019年度主要競技会における男子100mのレース分析. 陸上競技研究紀要, 15 : 131-137.
- 小林海, 高橋恭平, 山中亮, 渡辺圭祐, 大沼勇人, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文 (2018) 2018年シーズンにおける男子100mのレース分析結果. 陸上競技研究紀要, 14 : 89-93.
- 松尾 彰文, 広川 龍太郎, 柳谷 登志雄, 松林武生, 高橋 恭平, 小林 海, 杉田 正 (2017) 2017シーズンにおける男女100mのレース分析および瞬間速度と瞬間加速度. 陸上競技研究紀要, 13 : 154-164.
- 松尾 彰文, 広川 龍太郎, 柳谷 登志雄, 松林武生, 高橋 恭平, 小林 海, 杉田 正明 (2016) 2016シーズンおよび全シーズンでみた男女100mの速度分析とピッチ・ストライド分析について. 陸上競技研究紀要, 12 : 74-83.
- 松尾 彰文, 広川 龍太郎, 柳谷 登志雄, 松林武生, 高橋 恭平, 小林 海, 杉田 正明 (2015) 2015シーズンと記録別にみた男女100mのレース分析について. 陸上競技研究紀要, 11 : 141-149.